

บทที่ 6

บทสรุป

ในบทนี้ เรานำผลการทดลองและทดสอบจากบทที่ 5 มาสรุป คุณสมบัติ และ แนวทางการพัฒนาต่อ สำหรับแพลตฟอร์มที่นำเสนอในงานวิจัยนี้

6.1 สรุปผลการทำงานของแพลตฟอร์ม

จากการทดสอบการทำงานของเครือข่ายเซิร์ฟเวอร์ไร้สาย ทั้งทางด้านฟังก์ชัน (กลไกของเครือข่าย) และ ด้านเวลาการตอบสนอง ในหัวข้อ 5.5 นั้นแสดงให้เห็นว่า การตอบสนองต่อการทวงถามของโหนดที่มีระดับ 6 อยู่ในระดับไม่เกิน 150 ms ดังนั้นเวลาสำหรับการส่งข้อมูลจากโหนดขึ้นมาหาโคออร์ดิเนเตอร์เนื่องจากถูกกระตุ้นด้วยเหตุการณ์จึงต้องน้อยกว่านั้น ด้วยความเร็วของเครือข่ายในระดับนี้จึงสามารถนำไปใช้งานมอนิเตอร์ที่คาบการสุ่มอยู่ในระดับ 5 นาทีได้

จากการทดลองในหัวข้อ 5.3 เครือข่ายเซิร์ฟเวอร์ไร้สายถูกรบกวนจากเครือข่าย WiFi อยู่บ้าง จึงต้องใช้กลไกการทวงถามซ้ำ เพื่อให้ได้ข้อมูลซึ่งทำให้เสียเวลาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามแพลตฟอร์มยังรองรับแอปพลิเคชันมอนิเตอร์ที่มีคาบการสุ่มอยู่ในระดับ 5 นาทีได้เช่นกัน

จากทดลองใช้งานมอนิเตอร์แล้วส่งข้อมูลขึ้นเว็บเซิร์ฟเวอร์ ในหัวข้อ 5.2 ผลการทำงานของ Web portal เป็นการยืนยันฟังก์ชันการทำงานของแพลตฟอร์มได้ และ เราได้ทดลองใช้งานแพลตฟอร์มเป็นระยะเวลานาน (มากกว่า 2 เดือน) เพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือของระบบ ผลปรากฏว่าแพลตฟอร์มสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี ยกเว้น ในช่วงเวลาที่ สำนักงานที่ติดตั้งเกิดข้อขัดข้องเกี่ยวกับ LAN เป็นผลให้มาสเตอร์ไม่สามารถติดต่อกับ เซิร์ฟเวอร์ได้เป็นเวลานาน ข้อมูลของโหนดต่างๆ จะสะสมอยู่ที่มาสเตอร์ จนเกินขนาดบัฟเฟอร์ที่ออกแบบไว้ (256 ชุด) ข้อมูลเก่าจะถูกเขียนทับด้วยข้อมูลใหม่ ส่งผลให้ข้อมูลหายไปบางส่วน, และถ้ายังมาสเตอร์ไม่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตนานมากเท่าใด ข้อมูลก็จะสูญหายไปมากเท่านั้น อีกปัญหาหนึ่งที่พบคือระหว่างการทดลองใช้งาน เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง และ มาสเตอร์/โคออร์ดิเนเตอร์ ไม่มีเครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) จะทำให้ข้อมูลจากโหนดที่ส่งมาพักไว้ที่มาสเตอร์เพื่อรอการส่งขึ้นเซิร์ฟเวอร์ ข้อมูลเหล่านั้นจะสูญหายไปทันที เมื่อกระแสไฟฟ้ากลับมาใหม่แพลตฟอร์มสามารถกลับมาทำงานต่อได้อย่างอัตโนมัติ

จากการทดลองในหัวข้อ 5.1 การทดลองใช้น้ำจอแอลซีดีแบบสัมผัสเพื่อตั้งค่าให้กับโคออร์ดิเนเตอร์ ขณะติดตั้งเครือข่าย ความคิดเห็นจากผู้ใช้ (พนักงานของบริษัท เอ็นจินีโอ จำกัด) ปรากฏว่า การตั้งค่าผ่านเมาส์/โคออร์ดิเนเตอร์เพียงอย่างเดียว มีความสะดวกกว่าการตั้งค่าโดยใช้คอมพิวเตอร์ และหน้าจอสัมผัสเพิ่มช่วยความสะดวกมากกว่าอุปกรณ์อื่นที่ไม่ใช้น้ำจอแบบสัมผัส โดยสรุประบบมีความง่ายในการใช้งาน จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องเซตมีไม่มาก แต่มีข้อเสนอแนะว่าการตั้งค่า IP ของเครือข่าย LAN ควรให้เป็นแบบอัตโนมัติ และ เพิ่มความสวยงามของกราฟฟิคให้มากขึ้น

6.2 แพลตฟอร์มที่ได้จากงานวิจัยนี้

แพลตฟอร์มที่ได้จากงานวิจัยนี้ ใช้งานเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่อิงมาตรฐาน IEEE802.15.4 เป็นหลักในการมอดิเตอร์พลังงานทดแทน โดยพัฒนาชั้นโพรโทคอลในชั้นเครือข่าย (NWK Layer) ขึ้นมาใช้งานเอง และมีโหนดอยู่ 2 ประเภท

- โหนดใช้เฉพาะงาน คือ โหนดที่ติดตั้งเซนเซอร์และถูกโปรแกรมเฟิร์มแวร์แอปพลิเคชันเรียบร้อยแล้ว มีฟังก์ชันการทำงานโดยเฉพาะ เช่น โหนดมิเตอร์พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นต้น
- โหนดที่โปรแกรมได้ คือ โหนดที่สามารถโปรแกรมแอปพลิเคชันเข้าได้ผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย การโปรแกรมแอปพลิเคชันทำได้โดยใช้สคริปต์ภาษา XML

โหนดทุกประเภทสามารถทำงานภายในเครือข่ายเดียวกันได้ และมีจำนวนรวมสูงสุด 32 โหนด ต่อหนึ่งเครือข่าย ขีดจำกัดด้านจำนวน โหนดเท่ากับ 32 นี้ ส่วนหนึ่งเป็นเพราะโหนดใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8-บิต ขนาดเล็ก, มีหน่วยความจำ RAM มีอยู่เพียง 4 KB ซึ่งต้องแบ่งไปใช้งานหลายด้าน การสร้างตารางส่งต่อจึงจำกัดไว้ที่ 32 โหนด แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการขยายจำนวนโหนดมากกว่า 32 โหนด สามารถใช้งานหลายเครือข่ายในบรีเวอร์เดียวกันได้ แต่ต้องกำหนดหมายเลขเครือข่ายให้กับโหนดเป็นการเฉพาะ, โคออร์ดิเนเตอร์ของแต่ละเครือข่ายสามารถส่งข้อมูลไปเก็บที่เซิร์ฟเวอร์เดียวกันได้ สุดท้ายผู้ใช้จะได้ข้อมูลจากทุกโหนดทุกเครือข่ายที่ฐานข้อมูลเดียวกัน สรุปแล้วในมุมมองของผู้ใช้สามารถขยายจำนวนโหนดได้ ไม่ถูกจำกัดไว้ที่ 32 โหนด

การติดตั้งเครือข่ายเน้น ความง่ายในการใช้งาน (Ease of Use) ระบบถูกออกแบบให้ต้องการการตั้งค่าพารามิเตอร์โดยผู้ใช้ ไม่เกิน 10 ค่า ซึ่งสามารถตั้งค่าผ่านหน้าจอสัมผัสได้, เฟิร์มแวร์ของแพลตฟอร์มมีกลไกอัตโนมัติที่จะตีความและแสดงผลข้อมูล ส่งผลให้การใช้งานง่าย

คุณสมบัติสำคัญอันหนึ่งของโหนดในแพลตฟอร์มนี้ คือ ต้นทุนต่อโหนดต่ำ เนื่องจากการเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ ตัวรับส่งวิทยุ อย่างง่าย ราคาถูก แต่เพิ่มฟังก์ชันการทำงานด้วยเฟิร์มแวร์แทน ซึ่งไม่กระทบต้นทุนการผลิต ตัวอย่างเช่น โหนดมิเตอร์พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับหากนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์แล้วจะมีต้นทุนไม่เกิน 2 พันบาท

6.3 แนวทางการพัฒนาแพลตฟอร์มต่อไปในอนาคต

- ปรับปรุงกลไกการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ให้ลดจำนวนเฟรมที่ส่งออกอากาศให้น้อยลงแต่ได้ข้อมูลจากเครือข่ายเท่าเดิม เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่โหนดใช้, กลไกที่ควรนำมาใช้ ได้แก่ Data aggregation
- ปรับปรุง GUI (Graphic User Interface) ของมาสเตอร์/โคออร์ดิเนเตอร์ ให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น ลดจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องเซตให้น้อยลง
- เพิ่ม UPS หรือ หนทางอื่นในการสำรองข้อมูลขณะกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ให้กับมาสเตอร์/โคออร์ดิเนเตอร์ อาทิเช่น การนำ Power bank มาประยุกต์ใช้งาน พร้อมพัฒนาโปรแกรมให้มาสเตอร์/โคออร์ดิเนเตอร์เข้าสู่โหมดประหยัดพลังงานด้วย